

10/523397

Rec'd PCTPTO 03 FEB 2005

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
26 février 2004 (26.02.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/016550 A3(51) Classification internationale des brevets⁷ : C01B 31/02

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/002499

(22) Date de dépôt international : 8 août 2003 (08.08.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02 10 115

8 août 2002 (08.08.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.) [FR/FR]; 3, Rue Michel-Ange,
F-75794 PARIS CEDEX 16 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BEGUIN,
François [FR/FR]; 6, Rue de la Bascule, F-45100 OR-
LEANS (FR). DELPEUX, Sandrine [FR/FR]; 17, Rue
Paul Carpentier, F-45110 CHATEAUNEUF/LOIRE (FR).
SZOSTAK, Katarzyna [PL/PL]; Sw Antoniego 21, 61359
POZNAN (PL).(74) Mandataires : ARMENGAUD, Alain etc.; Cabinet AR-
MENGAUD AINE, 3, Avenue Bugeaud, F-75116 PARIS
(FR).(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues(88) Date de publication du rapport de recherche
internationale: 8 avril 2004En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abrégiactions" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

WO 2004/016550 A3

(54) Title: METHOD FOR OPENING CARBON NANOTUBES AT THE ENDS THEREOF AND IMPLEMENTATION

(54) Titre : PROCEDE D'OUVERTURE DE NANOTUBES DE CARBONE A LEURS EXTREMITE ET APPLICATIONS

(57) Abstract: The invention relates to an efficient and non-damaging method for opening carbon nanotubes which consists in carrying out two oxidation stages. The first stage is carried out in a liquid phase in concentrated acid, the second stage being carried out in a gaseous phase.

(57) Abrégé : L'invention vise en procédé efficace et non endommageant d'ouverture de nanotubes de carbone multiparois obtenus par des procédés catalytiques, caractérisé en ce qu'il comprend deux étapes d'oxydation, la première en phase liquide, la seconde en phase gazeuse.

Best Available Copy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 03/02499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C01B31/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, CHEM ABS Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SMITH M.R., BITTNER E., BOCKRATH B.: "Hydrogen storage on carbon single-walled nanotubes" CARBON'01, PROCEEDINGS OF THE 25TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CARBON, PAPER NO. 36.5, LEXINGTON, KY: AMERICAN CARBON SOCIETY, 12 - 18 July 2001, XP008026875 the whole document	1-3,5-7, 9
A	---	4
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

'E' earlier document but published on or after the international filing date

'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

'&' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 January 2004

Date of mailing of the international search report

12/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rigondaud, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 03/02499

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DILLON A D ET AL: "A SIMPLE AND COMPLETE PURIFICATION OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBEMATERIALS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 11, no. 16, 10 November 1999 (1999-11-10), pages 1354-1358, XP000875153 ISSN: 0935-9648 page 1357, line 8 -page 1358, line 11	1-3,5,8, 9
A	---	4,6,7
A	COLOMER J-F ET AL: "PURIFICATION OF CATALYTICALLY PRODUCED MULTI-WALL NANOTUBES" JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY. FARADAY TRANSACTIONS, ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, CAMBRIDGE, GB, vol. 94, no. 24, 21 December 1998 (1998-12-21), pages 3753-3758, XP000799754 ISSN: 0956-5000 pages 3753,3754 "2-Experimental"	1,2
A	WO 96 09246 A (ISIS INNOVATION LIMITED) 28 March 1996 (1996-03-28) page 3, line 33 -page 4, line 33 example 1	1
A	DUJARDIN E ET AL: "PURIFICATION OF SINGLE-SHELL NANOTUBES" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 10, no. 8, 2 June 1998 (1998-06-02), pages 611-613, XP000766730 ISSN: 0935-9648 the whole document	1
A	US 5 698 175 A (EBBESEN THOMAS ET AL) 16 December 1997 (1997-12-16) claims 1,3 column 1, line 15 -column 2, line 4 column 2, line 16 -column 3, line 29	1
P,A	WO 02 083556 A (GOTO HAJIME ;FUJIWARA YOSHIYA (JP); HONDA MOTOR CO LTD (JP); PRADH) 24 October 2002 (2002-10-24) claim 20	1,9

	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 03/02499

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
T	SMITH JR MILTON R ET AL: "Selective oxidation of single-walled carbon nanotubes using carbon dioxide" CARBON, vol. 41, no. 6, 2003, pages 1221-1230, XP002268258 pages 1221,1222 "1.Introduction" page 1229, "4.Summary and conclusions" -----	1-9
A	US 5 346 683 A (GREEN MALCOLM L H ET AL) 13 September 1994 (1994-09-13) -----	
A	AJAYAN P M ET AL: "OPENING CARBON NANOTUBES WITH OXYGEN AND IMPLICATIONS FOR FILLING" NATURE, MACMILLAN JOURNALS LTD. LONDON, GB, vol. 362, 8 April 1993 (1993-04-08), pages 522-525, XP000971319 ISSN: 0028-0836 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR 03/02499

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9609246	A	28-03-1996	DE 69510552 D1 DE 69510552 T2 EP 0782543 A1 WO 9609246 A1 US 6090363 A	05-08-1999 21-10-1999 09-07-1997 28-03-1996 18-07-2000
US 5698175	A	16-12-1997	JP 2595903 B2 JP 8012310 A	02-04-1997 16-01-1996
WO 02083556	A	24-10-2002	WO 02083556 A2 US 2003031620 A1	24-10-2002 13-02-2003
US 5346683	A	13-09-1994	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/02499

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C01B31/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 C01B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, CHEM ABS Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	SMITH M.R., BITTNER E., BOCKRATH B.: "Hydrogen storage on carbon single-walled nanotubes" CARBON'01, PROCEEDINGS OF THE 25TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CARBON, PAPER NO. 36.5, LEXINGTON, KY: AMERICAN CARBON SOCIETY, 12 - 18 juillet 2001, XP008026875 le document en entier	1-3,5-7, 9
A	--- -/--	4

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *I* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 janvier 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12/02/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Rigondaud, B

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/02499

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DILLON A D ET AL: "A SIMPLE AND COMPLETE PURIFICATION OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBEMATERIALS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 11, no. 16, 10 novembre 1999 (1999-11-10), pages 1354-1358, XP000875153 ISSN: 0935-9648 page 1357, ligne 8 -page 1358, ligne 11	1-3,5,8, 9
A	---	4,6,7
A	COLOMER J-F ET AL: "PURIFICATION OF CATALYTICALLY PRODUCED MULTI-WALL NANOTUBES" JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY. FARADAY TRANSACTIONS, ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, CAMBRIDGE, GB, vol. 94, no. 24, 21 décembre 1998 (1998-12-21), pages 3753-3758, XP000799754 ISSN: 0956-5000 pages 3753,3754 "2-Experimental"	1,2
A	---	
A	WO 96 09246 A (ISIS INNOVATION LIMITED) 28 mars 1996 (1996-03-28) page 3, ligne 33 -page 4, ligne 33 exemple 1	1
A	---	
A	DUJARDIN E ET AL: "PURIFICATION OF SINGLE-SHELL NANOTUBES" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 10, no. 8, 2 juin 1998 (1998-06-02), pages 611-613, XP000766730 ISSN: 0935-9648 le document en entier	1
A	---	
A	US 5 698 175 A (EBBESEN THOMAS ET AL) 16 décembre 1997 (1997-12-16) revendications 1,3 colonne 1, ligne 15 -colonne 2, ligne 4 colonne 2, ligne 16 -colonne 3, ligne 29	1
P,A	---	
P,A	WO 02 083556 A (GOTO HAJIME ;FUJIWARA YOSHIYA (JP); HONDA MOTOR CO LTD (JP); PRADH) 24 octobre 2002 (2002-10-24) revendication 20	1,9

	-/-	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/02499

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
T	SMITH JR MILTON R ET AL: "Selective oxidation of single-walled carbon nanotubes using carbon dioxide" CARBON, vol. 41, no. 6, 2003, pages 1221-1230, XP002268258 pages 1221, 1222 "1. Introduction" page 1229, "4. Summary and conclusions" ----	1-9
A	US 5 346 683 A (GREEN MALCOLM L H ET AL) 13 septembre 1994 (1994-09-13) ----	
A	AJAYAN P M ET AL: "OPENING CARBON NANOTUBES WITH OXYGEN AND IMPLICATIONS FOR FILLING" NATURE, MACMILLAN JOURNALS LTD. LONDON, GB, vol. 362, 8 avril 1993 (1993-04-08), pages 522-525, XP000971319 ISSN: 0028-0836 -----	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/FR 03/02499

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9609246	A	28-03-1996	DE 69510552 D1	05-08-1999
			DE 69510552 T2	21-10-1999
			EP 0782543 A1	09-07-1997
			WO 9609246 A1	28-03-1996
			US 6090363 A	18-07-2000
US 5698175	A	16-12-1997	JP 2595903 B2	02-04-1997
			JP 8012310 A	16-01-1996
WO 02083556	A	24-10-2002	WO 02083556 A2	24-10-2002
			US 2003031620 A1	13-02-2003
US 5346683	A	13-09-1994	AUCUN	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.